

## Основные источники негативного воздействия на окружающую среду при строительстве и эксплуатации газораспределительных систем

*Т.В. Ефремова, Г. В. Кравченко, В.И. Лепилов*

*Волгоградский государственный технический университет*

**Аннотация:** При эксплуатации газораспределительных систем неизбежен процесс выброса в атмосферу различных газов, негативно влияющих на окружающую среду и создающих парниковый эффект. Эти газы могут являться как продуктами сгорания газообразного топлива, так и результатом утечек природного газа из газопроводов и оборудования. Приводятся основные статьи утечек газа из газопроводов и пути минимизации негативного влияния на окружающую среду.

**Ключевые слова:** газораспределительная система, парниковый эффект, сжигание газа, метан, фланцевые и резьбовые соединения, утечки, предохранительный сбросной клапан.

Реализация Программ газификации в Российской Федерации в различных регионах приводит не только к улучшению условий жизни населения, особенно в сельской местности. Согласно стратегии по развитию топливно-энергетического комплекса, к 2030 году в России потребление газа достигнет 745 млрд. м<sup>3</sup> в год. В 2023 году по подсчетам специалистов потребление природного газа в России составило около 450 млрд.м<sup>3</sup> в год [1]. Природный газ по сравнению с другими видами топлива является наиболее экологичным. При сжигании природного газа в атмосферу поступает гораздо меньше вредных веществ, чем при сжигании таких видов топлива как уголь, мазут, дрова, торф и т.п. [2].

Основными продуктами сгорания при сжигании газа являются азот, диоксид углерода и водяные пары. Применение газа позволяет автоматизировать процесс сжигания газа, при котором обеспечивается наиболее полное сгорание газообразного топлива с минимальным выбросов вредных веществ в атмосферу (оксидов серы и азота). Однако в процессе сжигания природного газа в атмосферу поступает значительное количество диоксида углерода, являющегося основным газом, создающим «парниковый эффект» в атмосфере [3, 4]. Диоксид углерода – не только парниковый газ. От его содержания в атмосфере зависит интенсивность фотосинтеза.

Наличие в воздухе большого объема диоксида углерода сказывается и на здоровье людей [5, 6]. Если учесть, что при сжигании 1 м<sup>3</sup> природного газа выделяется примерно 1 м<sup>3</sup> углекислого газа, то за 2023 год за счет сжигания газа в атмосферу в России поступило 450 млрд.м<sup>3</sup> диоксида углерода [7], что негативно сказывается на экологической безопасности.

Однако выбросы парниковых газов при использовании природного газа происходят не только при процессе горения. Основной компонент природного газа метан также попадает в атмосферу при утечках газа из газораспределительных систем и сооружениях на них. Причем «парниковый эффект» от метана в 32 раза превышает влияние диоксида углерода на мировое повышение температуры воздуха. Необходимо учитывать, что увеличение объемов углекислого газа и метана в воздухе приводит к уменьшению содержания кислорода и отражается как на здоровье людей, так и на состоянии окружающего пространства [8].

Утечки природного газа в атмосферу могут носить плановый и внеплановый характер. Внеплановые утечки являются последствием всевозможных аварий на газопроводах, могут сопровождаться возгоранием газа и имеют, как правило, серьезные последствия.

Планируемые утечки условно можно классифицировать следующим образом:

- утечки при вводе в эксплуатацию газопроводов и газового оборудования;
- утечки в процессе эксплуатации;
- утечки при ремонтных и профилактических работах.

После окончания монтажа газопровода и газового оборудования во избежание образования взрывоопасной газовой смеси необходимо выполнить продувку газопроводов, то есть, вытеснить из системы весь воздух. Как правило, продувка выполняется с давлением, равным рабочему

---

давлению в системе после введения в эксплуатацию. При этом, вместе с воздухом удаляется относительно небольшой объем газа. Этот объем газа  $V_{пр}$ ,  $m^3$ , согласно «Методике по расчету удельных показателей загрязняющих веществ в выбросах (сбросах) в атмосферу (водоемы) на объектах газового хозяйства», разработанную АО «Гипрониигаз», можно определить по выражению:

$$V_{пр} = 0,00357V_c \frac{P_a + P_r}{273 + t_r}, \quad (1)$$

где  $V_c$  – объем газопровода,  $m^3$ ;  $P_a$  – атмосферное давление, Па;  $P_r$  – избыточное давление при продувке, Па;  $t_r$  – температура газа,  $^{\circ}C$ .

При вводе в эксплуатацию газопроводов низкого давления, подающего газ к жилым домам, и температуре наружного воздуха  $0^{\circ}C$  выражение (1) принимает вид:

$$V_{пр} = 1,329V_c. \quad (2)$$

Анализ уравнения (2) показывает, что вместе с воздухом при продувке удаляется газа на 32,9 % больше, чем внутренний объем газопровода, для среднего давления это превышение составит 424,8 %, для высокого давления II категории – 817,1 %; для высокого давления I категории – 1601,7 % соответственно.

Представляет интерес выявить закономерность влияния температуры на объем газа, удаляемого в процессе продувки. Анализ выражения (1) показывает, что с увеличением температуры объем теряемого безвозвратно газа уменьшается. Результаты расчетов для полиэтиленовых газопроводов низкого давления приведены в таблице 1. Диапазон температур принят в соответствии с рекомендациями СП 42-103-2003, объем газа приведен на 1 км длины газопровода.

Таблица 1

Диаметр,	Температура газа, $^{\circ}C$
----------	-------------------------------

---

---

мм	-15	-10	-5	0	+10	+20	+30
32x3,0	0,764	0,749	0,735	0,722	0,696	0,672	0,650
63x5,8	2,992	2,935	2,881	2,828	2,728	2,635	2,548
75x6,8	4,271	4,190	4,112	4,037	3,894	3,761	3,637
90x8,2	6,140	6,023	5,911	5,802	5,597	5,406	5,228
110x10,0	9,178	9,004	8,836	8,674	8,368	8,082	7,815
160x14,6	24,698	24,228	23,776	23,341	22,516	21,747	21,030
225x20,5	38,364	37,635	36,933	36,256	34,975	33,782	32,667
250x22,7	47,438	46,536	45,668	44,832	43,247	41,771	40,393

Анализ данных таблицы 1 показывает, что в диапазоне температур от -15 до +30 °С наименьшие объемы газа, выбрасываемого в атмосферу, наблюдаются при максимальной температуре (+30 °С), следовательно, для уменьшения негативной нагрузки на окружающую среду рекомендуется выполнять продувку вновь простроенных систем газоснабжения в самый теплый период времени. Разница в объеме между максимальной и минимальной температурой для всех диаметров составляет около 17,5 %.

Утечки газа при эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления являются неизбежным фактором, в основном, для стальных газопроводов. Утечки возможны из-за недостаточной герметичности фланцевых и резьбовых соединений. И если на этапе монтажа такие соединения являются достаточно герметичными, то в процессе эксплуатации неизбежны утечки газа из-за особенностей конструкции таких соединений, особенно фланцевых. На полиэтиленовых газопроводах такие соединения отсутствуют. Утечки газа возможны только при сварке полиэтиленовых газопроводов встык, но они выявляются и устраняются на этапе проверки газопровода на герметичность [9].

Локальным источником утечек газа являются шкафные газорегуляторные пункты (ГРПШ). Основное оборудование ГРПШ (регуляторы давления газа, фильтры, приборы учета расхода газа,) присоединяются к газопроводам с помощью фланцев. Отключающие устройства, входящие как в заводской комплект поставки, так и на обвязке ГРПШ, с условным проходом от 50 мм и более также имеют фланцевый тип присоединения [10].

Но основным источником утечек в зоне ГРПШ является предохранительный сбросной клапан (ПСК), обязательно входящий в комплект основного оборудования. Режим работы предохранительного сбросного клапана зависит от значений выходного давления из ГРПШ. Если давление газа на выходе ГРПШ превышает установленное значение на 15 %, ПСК автоматически открывается и сбрасывает излишки газа в атмосферу. Со сбросом газа происходит снижение давления до заданных значений, клапан автоматически закрывается. Если при сбросе газа давление не снижается, а, наоборот, продолжает расти и принимает значение, превышающее заданное на 25 %, то срабатывает предохранительный запорный клапан и полностью прекращает подачу газа в регулятор.

Следовательно, через ПСК какое-то время сбрасывается газ в атмосферу. Продолжительность этого времени зависит или от скорости снижения давления газа до установленного значения, или от скорости повышения давления газа до 25 % сверх заданного значения. Так, например, при выходном давлении 3 кПа через ПСК-50 сброс газа достигает 55,8 м<sup>3</sup>/ч, а при выходном давлении 100 кПа это значение может увеличиться до 850 м<sup>3</sup>/ч. Следует отметить, что эти объемы значительно превышают потери газа через неплотности фланцевых и резьбовых соединений оборудования, установленного в ГРПШ.

---

Несмотря на то, что природный газ является наиболее экологически чистым видом топлива, избежать негативное воздействие на окружающую среду при эксплуатации газораспределительных систем в настоящее время не представляется возможным, но это воздействие можно минимизировать.

Для уменьшения выброса вредных веществ при сжигании газа необходимо использовать современное газовое оборудование, особенно газогорелочные устройства, обеспечивающие наиболее полное сгорание газа. При этом необходимо обеспечивать приток воздуха в зону горения. Продувку газопроводов рекомендуется проводить в теплое время, когда объемы газа, удаляемые с воздухом, имеют минимальные объемы.

Для уменьшения утечек газа через неплотности резьбовых и фланцевых соединений необходимо использовать современные уплотняющие материалы, не теряющие своих физических свойств с течением времени. Чтобы минимизировать время срабатывания ПСК, необходимо включать в состав ГРПШ регуляторы, хорошо зарекомендовавшие себя при конкретных условиях эксплуатации. В целом, для минимизации негативного воздействия систем газоснабжения на окружающую среду необходимы грамотные технические решения на этапе проектирования и постоянный контроль на этапе эксплуатации.

### Литература

1. России предрекают рост потребления газа. URL: [nprom.online/news/rosseeee-priedryekayut-rost-potryeblyeneeya-gaza/?ysclid=Irlsoqicfu829371876](http://nprom.online/news/rosseeee-priedryekayut-rost-potryeblyeneeya-gaza/?ysclid=Irlsoqicfu829371876).
2. Стаскевич Н.Л., Северинец Г.Н., Вигдорчик Д.Я. Справочник по газоснабжению и использованию газа. – Л.: Недра, 1990. – 762 с.
3. Галенович А.Ю., Сафонов Г.В., Фёдоров Ю.Н. Место России на мировом рынке выбросов парниковых газов // Энергия: экономика, техника, экология. 2012. № 5. С. 37-43.

4. Galai I.E., Emin A. Anthropogenic sources of greenhouse gas entry in the open air of Belarus // Вестник евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия: Химия. География. Экология. 2019. № 3 (128). С. 136-142.
5. Beloev N.I., Aliyarova M.B., Yelemanova A.A., Kali B.K. Prospects for reducing greenhouse gas emissions in energy and transport industry of Kazakhstan // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. 2021. № 3 (54). С. 25-32.
6. Смирнов М.А., Чикин А.Д., Ясенецкий А.В., Парыгин Д.С., Назаров К.Р. Мониторинг качества воздуха для построения экологически чистых маршрутов // Инженерный вестник Дона, 2023 № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2023/8142.
7. Селезнев К.А. Обеспечение снижения выбросов парниковых газов после реконструкции водогрейных котлов для совместного сжигания природного газа и угля // Интернаука. 2022. № 42-2 (265). С. 63-68.
8. Китаев С.В., Смородова О.В. Концепция технического регулирования выбросов парниковых газов и борьбы с утечками метана в нефтегазовой отрасли // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2021. № 1. С. 41-45.
9. Лурье М.В., Найденов Р.А. Уточненный расчет утечек газа через отверстия в стенках газопроводов высокого давления // Газовая промышленность: научно-технический журнал, 2014, № 8 (710). С. 82-85.
10. Ефремова Т.В., Косов Ю. Н. Исследование диапазона устойчивой работы регуляторов FL200AN300+TR в ГГРП № 4 г. Волгограда // Инженерный вестник Дона, 2023, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8211.

### References



1. Rossii predrekayut rost potrebleniya gaza [Russia is predicted to increase gas consumption]. URL: [nprom.online news rosseeee-pryedryekayut-rost-potryeblyeneeya-gaza ?ysclid=lrsoqicfu829371876](http://nprom.online/news/rosseeee-pryedryekayut-rost-potryeblyeneeya-gaza/?ysclid=lrsoqicfu829371876).
2. Staskevich N.L., Severinec G.N., Vigdorchik D.Ja. Spravochnik po gazosnabzheniju i ispol'zovaniju gaza [Handbook on gas supply and use of gas]. L.: Nedra, 1990. 762 p.
3. Galenovich A.YU, Safonov G.V., Fyodorov YU.N. Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya. 2012. № 5. P. 37-43.
4. Galai I.E., Emin A. Vestnik evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva. Seriya: Himiya. Geografiya. Ekologiya. 2019. № 3 (128). pp. 136-142.
5. Beloev H.I., Aliyarova M.B., Yelemanova A.A., Kali B.K. Vestnik Almatinskogo universiteta energetiki i svyazi. 2021. № 3 (54). pp. 25-32.
6. Smirnov M.A., CHikin A.D., YAseneckij A.V., Parygin D.S., Nazarov K.R. Inzhenernyj vestnik Dona, № 1, 2023. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2023/8142](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2023/8142)
7. Seleznev K.A. Internauka. 2022. № 42-2 (265). pp. 63-68.
8. Kitaev S.V., Smorodova O.V. Transport i hranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syr'ya. 2021. № 1. pp. 41-45.
9. Lur'e M.V., Najdenov R.A. Gazovaya promyshlennost': nauchno-tekhnicheskij zhurnal, 2014, № 8 (710). pp. 82-85.
10. Efremova T.V., Kosov YU. N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, № 2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8211](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8211).

**Дата поступления: 23.12.2023**

**Дата публикации: 3.02.2024**